

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-213337

(43)Date of publication of application : 20.08.1996

(51)Int.Cl.

H01L 21/26
H01L 21/324

(21)Application number : 07-187886

(71)Applicant : NEW JAPAN RADIO CO LTD

(22)Date of filing : 30.06.1995

(72)Inventor : YAMAGA SHIGEKI
KIMURA CHIKAO

(30)Priority

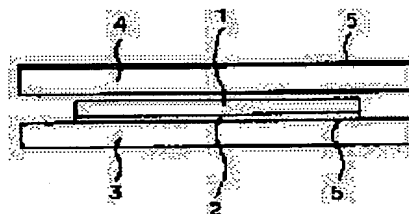
Priority number : 06321485 Priority date : 30.11.1994 Priority country : JP

(54) HEAT TREATMENT OF SEMICONDUCTOR SUBSTRATE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide optimum material for a holding base which is used in a lamp annealing method.

CONSTITUTION: A holding base consisting of the one compound or the two compounds or more of a gallium nitride, n aluminium nitride and a boron nitride is formed into a structure wherein an infrared absorption film 5 coats the surface of the holding base 3 or this base includes an infrared absorber to increase absorption of infrared rays. A lamp annealing is performed in a state that the surface of such the hooding base is made to closely adhere to the surface of a semiconductor substrate 1 to be treated or in a state that the holding base surface is made to arrange in opposition to the substrate 1 surface with a microscopic gap.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

27.06.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

2875768

[Date of registration]

14.01.1999

[Number of appeal against examiner's decision]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-213337

(43) 公開日 平成8年(1996)8月20日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/26				
21/324	D		H 0 1 L 21/ 26	L

審査請求 未請求 請求項の数4 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平7-187886

(22) 出願日 平成7年(1995)6月30日

(31) 優先権主張番号 特願平6-321485

(32) 優先日 平6(1994)11月30日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000191238

新日本無線株式会社

東京都中央区日本橋横山町3番10号

(72) 発明者 山賀 重來

埼玉県上福岡市福岡二丁目1番1号 新日

本無線株式会社川越製作所内

(72) 発明者 木村 親夫

埼玉県上福岡市福岡二丁目1番1号 新日

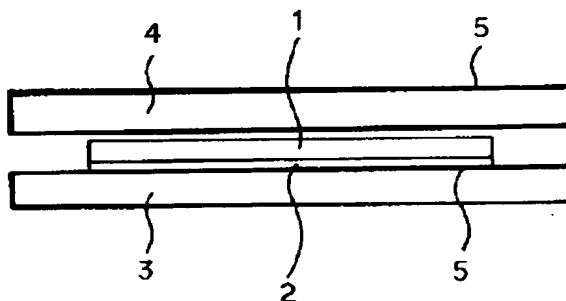
本無線株式会社川越製作所内

(54) 【発明の名称】 半導体基板の熱処理方法

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 ランプアニール法に使用する保持台として、最適な材料を提供する。

【構成】 窒化ガリウム、窒化アルミニウム、窒化ホウ素のいずれか1つあるいは2以上の混合物からなる保持台3を、その表面に赤外線吸収膜5をコーティングするか、その内部に赤外線吸収体を内在させる構造として、赤外線の吸収を大きくする。このような保持台表面を被処理半導体基板1表面に密着あるいは微少な空隙をもって対置させた状態で、ランプアニールを行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 被処理半導体基板の一主面に、窒化ガリウム、窒化アルミニウム、窒化ホウ素のいずれか1つあるいは2以上の混合物からなる部材を対置させて熱処理する半導体基板の熱処理方法において、前記部材が赤外線吸収体を具備することを特徴とする半導体基板の熱処理方法。

【請求項2】 被処理半導体基板の一主面、別の主面及び側面に、窒化ガリウム、窒化アルミニウム、窒化ホウ素のいずれか1つあるいは2以上の混合物からなる部材を対置させて熱処理する半導体基板の熱処理方法において、前記部材が赤外線吸収体を具備することを特徴とする半導体基板の熱処理方法。

【請求項3】 請求項1及び2記載の半導体基板の熱処理方法において、前記吸収体は、前記部材表面にコーティングされていることを特徴とする半導体基板の熱処理方法。

【請求項4】 請求項1及び2記載の半導体基板の熱処理方法において、前記吸収体は、前記部材に内在していることを特徴とする半導体基板の熱処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体基板及びエピタキシャル薄膜等の熱処理方法、特に赤外線ランプを使用するランプアニール法に関する。

【0002】

【従来の技術】シリコン半導体基板等にイオン注入によって不純物を添加し、伝導キャリアとして利用する場合、注入時に発生する結晶欠陥の復元や、添加した不純物原子を所望の格子位置に移動させるために、活性化と呼ばれる熱処理が必要となる。この熱処理は、赤外線ランプから赤外線をシリコン半導体基板等に照射し、短時間で基板温度を上昇させる、ランプアニール法と呼ばれる方法によって行われる。

【0003】従来、ランプアニール法によりシリコン半導体基板を熱処理する場合、特別な保持台を使用していなかった。保持台を使用しない場合、シリコン半導体基板は、ランプアニール法のような急熱急冷を行うと、反りなどの熱変形が発生するとともに、半導体基板はマイクロスリップ等の表面欠陥が発生するという問題があった。また、一般にランプアニール装置は、パイロメータ等で半導体基板の温度をモニターしながら、出力をコントロールする構成となっているが、そのためには、基板表面の放射率を正確に把握する必要がある。しかし、シリコン半導体装置の製造工程においては、酸化膜、窒化膜、ポリシリコン膜等の各種材料が半導体基板表面に形成され、厚さも異なることから、正確に温度を測定することが困難であった。さらに、シリコン半導体基板は、赤外線の吸収率が低いという欠点があった。

【0004】一方、ランプアニール法による化合物半導体基板の熱処理では、保持台を使用することが必要である。化合物半導体基板の熱処理に使用される装置は、石英のチューブ中に保持台を置き、その上に化合物半導体基板を重ね、基板面に垂直に赤外線を照射する構造となっており、照射された赤外線は主に保持台に吸収され、熱伝導によって化合物半導体基板が加熱される。

【0005】従来この保持台の材料として、シリコン単結晶基板、あるいは多孔質カーボン等が用いられていた。このうちシリコン単結晶基板は、1000℃以上の高温で化学的に安定であり、高い平坦性を有する加工が可能である点で優れているが、前述のように急熱急冷を行うと、反り等の熱変形が発生し、化合物半導体基板にマイクロスリップ等表面欠陥が発生するという欠点があった。さらに、シリコンは加熱源である赤外線ランプの波長領域にほとんど吸収帯を持たないため、加熱効率が低いという欠点があった。一方多孔質カーボンは、赤外線ランプの波長領域の赤外線を吸収する点で優れているが、熱容量が大きく、急熱急冷には適さないという欠点があった。

【0006】また、熱処理時に化合物半導体基板表面から気化温度の低い構成元素、具体的にはガリウム砒素半導体の場合、砒素が蒸発し、この蒸発した砒素分子を上記シリコン単結晶基板等の保持台が吸収してしまうため、化合物半導体基板の結晶性が劣化するという問題があった。さらにガリウム砒素半導体基板表面の平坦性が劣化するという欠点があった。また、砒素が蒸発した後、ガリウム砒素半導体基板表面に残留するガリウムが原因となって、電子デバイスの特性が変動するという問題が生じ、保持台として使用することができなかった。

【0007】これらの欠点を解消するため、本願発明者は、保持台の材料として優れた特性を有する窒化ガリウム、窒化アルミニウム、窒化ホウ素のいずれか1つあるいは2つ以上を含む平板部材を、被処理半導体基板表面に対置させて熱処理する方法を提案した（特願平5-21490号）。

【0008】しかし、比較的赤外線の吸収効率の大きい焼結体であっても、焼結体の形成条件によっては、赤外線の吸収率が低下する場合があることがわかった。また焼結体でない場合には、赤外線の吸収効率が低いこともわかった。以下、2種類の窒化アルミニウム焼結体を例に取り、説明する。この2種類の焼結体は、形成時のバインダー材等が異なる。図8に示すように、焼結体Aと焼結体Bとでは、赤外吸収係数が大きく異なることがわかる。この赤外吸収係数は、FT-IR法により波長6ミクロンの赤外線の直線透過率を測定し、その結果から算出したものである。このように赤外吸収係数が異なる保持台を使用して熱処理を行うと、従来のシリコン単結晶基板等を保持台として使用した場合と比較すれば、十分良好な熱処理特性が得られるものの、同一強度の赤外

線ランプの照射により、保持台毎に昇温プロファイルが異なることになり、被処理半導体基板の特性がばらつくという問題があった。また、赤外吸収係数の異なる保持台の昇温プロファイルを一致させることは、非常に困難であるという問題があった。

【0009】一方熱伝導率は、焼結体A及びBはいずれも、急熱急冷を行うランプアニール法に使用する保持台として十分な値を有している。このような傾向は、窒化アルミニウム焼結体に限らず、窒化ガリウム、窒化ホウ素の焼結体においても同様である。つまり、焼結体及び化合物である窒化ガリウム、窒化アルミニウム、窒化ホウ素のいずれか1つあるいは2つ以上を含む平板部材であって、赤外吸収係数が大きく、かつ一定の値を有する平板部材を再現性良く得ることができれば、ランプアニール法の保持台として、最適であるといえる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、ランプアニール法による半導体基板の熱処理に使用する保持台として従来提供されていた材料の赤外吸収係数が低いという問題点を解決し、最適な保持台材料を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は上記目的を達成するため、被処理半導体基板の一主面に対置させる窒化ガリウム、窒化アルミニウム、窒化ホウ素のいずれか1つあるいは2以上の混合物からなる部材が、あるいは被処理半導体基板の一主面、別の主面及び側面を対置させる窒化ガリウム、窒化アルミニウム、窒化ホウ素のいずれか1つあるいは2以上の混合物からなる部材が、赤外線吸収体を具備すること、該吸収体は、前記部材表面にコーティングまたは内在していることを特徴とするものである。

【0012】

【実施例】図1に本発明の熱処理方法の第1の実施例による半導体基板表面を保持台に対置させた状態を示す。図1において、1はガリウム砒素等の化合物半導体あるいはシリコン半導体等の半導体基板、2は半導体基板1表面にイオン注入法によって不純物を注入した不純物注入領域、3は窒化ガリウム、窒化アルミニウム、窒化ホウ素のいずれか1つあるいは2以上の混合物からなる保持台、4は窒化ガリウム、窒化アルミニウム、窒化ホウ素のいずれか1つあるいは2以上の混合物からなる保護板、5は保持台3あるいは保護板4表面にコーティングされたカーボン膜あるいはカーボン含有膜からなる赤外線吸収膜である。半導体基板1表面の不純物注入領域2を保持台3上に密着あるいは微小な空隙をもって平行に対置させ、赤外線ランプ(図示せず)を加熱源とした、ランプアニール装置で熱処理を行う。保持台3表面は、半導体基板1表面と密着あるいは微小な空隙をもって平行に対置できるように、その表面は平坦に加工され

ている。なお、図1における半導体基板1と保護板4との間の寸法を、構成を明確にするため、広く記載しているが、実際のランプアニール時には、密着あるいは微小な空隙をもって対置するのが好ましい。

【0013】図2には本発明の第2の実施例を示す。図2に示すように、半導体基板1の側面部を覆うように、半導体基板1側面部に対向する位置に凸形状を形成している。またこの場合、保持台3と保護板4の形状を逆にして、保持台3を平板状とし、保護板4に凸形状を形成することも可能である。このとき、凸形状の高さは、半導体基板1の厚さと同じか、わずかに高くすることで、保持台3の凸形状は、保護板4に密着し、半導体基板1の表面全体を覆う構成にすることができる。また、半導体基板1の厚さよりわずかに低くすることで、半導体基板1を保護板4に密着させる構成とすることもできる。さらに、図3には本発明の第3の実施例を示す。図3に示すように、保持台3及び保護板4両方に凸形状を形成し、保持台3及び保護板4の凸形状同士を密着させ、半導体基板1側面部を覆うように形成することも可能である。

【0014】図4には本発明の第4の実施例を示す。図4に示すように、保持台3、保護板4のいずれにも凸形状を形成している。保持台3の凸形状の高さを半導体基板1の厚さと同じか、あるいはわずかに高くすることで、保持台3は保護板4に密着させ、半導体基板1表面全体を覆うことができる。また、前述同様、高さを低くすることで、半導体基板1を保護板4に密着させることができる。図5には本発明の第5の実施例を示す。これは、図1の第1の実施例に示した平板状の保持台3及び保護板4に、半導体基板1の側面部に対置するように、半導体基板の形状にあわせたリング等からなる側面部材を組み合わせたものである。この場合図5に示すように、径の異なる2つのリング等組み合わせることで、側面部材6間に空隙を設けると、半導体基板1の側面部側からの熱放射が少なくなり、より均一な加熱を実現することができる。側面部材6の高さも、半導体基板1の厚さとの関係において、適宜選択することができる。なお、側面部材は2つのリングに限るものではなく、単一のリングや分割された部材であっても良い。また、円形状に限らず、多角形であっても良い。また、リング等の位置を固定するため、保持台3に溝を設けた形状としているが、必ずしも必要とするものではない。

【0015】なお、実施例2乃至5に記載した半導体基板1側面と凸形状あるいは側面部材との間の寸法は、半導体基板の大きさ、加熱時の半導体基板あるいは保持台等の熱膨張率等を考慮して、適宜設定される。好ましくは、加熱時に接触あるいは微小な空隙をもって対置する寸法であれば良い。

【0016】ランプアニール装置は通常複数の赤外線ランプを備えているため、各ランプの強度の差や、被加熱

物表面に到達する直接光の重なり具合によって、被加熱物表面に温度差が生じる。しかし、本発明の熱処理方法によれば、保持台3及び保護板4は、赤外線ランプから照射された赤外線を一旦吸収し、輻射熱によって半導体基板1を加熱することで、この温度差を緩和することができる。また、熱伝導率の大きい材料で構成されているため、保持板3、保護板4あるいは側壁部材6全体が均一に昇温され、これらは近似的に黒体炉とみなすことができ、被加熱物は、この近似的黒体炉により表面全体が覆われ加熱させる構造となり、さらに均一加熱の効果を

【0017】保持台3、保護板4表面には、赤外線ランプの波長帯域の光を有効に吸収するため、メタン等のハイドロカーボンを原料としたCVD法等により、カーボン膜あるいはカーボン含有膜からなる赤外線の吸収膜5が全面にコーティングされている。吸収膜5としては、カーボン膜等のほか、高温で安定なシリコンカーバイドや、熱処理温度において溶解等の変形がない金属、例えばタンタル、タングステン、モリブデン等の高融点金属の炭化物であるタンタルカーバイド、タングステンカーバイド、モリブデンカーバイド、ホウ化物であるタンタルボライド、タングステンボライド、モリブデンボライドを表面がポーラスで、照射された赤外線の反射が起こらない状態でコーティングすることも可能である。ここで、金属を吸収膜として使用する場合、被処理半導体基板1表面が、これらの金属によって汚染される可能性がある場合には、吸収膜5上に、別の被覆膜、例えば窒化膜、酸化膜、多結晶シリコン膜等を形成することも可能である。窒化膜、酸化膜、多結晶シリコン膜は、赤外線を透過し、カーボン膜等の吸収膜に、赤外線を効率よく吸収させることができる。このカーボン膜に吸収された赤外線は、保持台3及び保護板4を加熱し、その輻射熱によって半導体基板1を加熱することになる。ここで、吸収膜5のコーティング厚さは、照射される赤外線を吸収するのに十分な厚さであれば良く、例えばCVD法でコーティングされたカーボン膜の場合、5000オングストロームあれば十分である。

【0018】以上の説明は、保持台3及び保護板4の表面全面に、吸収膜5をコーティングする構造を示したが、赤外線が照射される面あるいは赤外線が照射される面と反対側の面の、一方あるいは両方にコーティングを施したり、半導体基板1表面の不純物注入領域2に接する面あるいは半導体基板1の裏面に接する面の、一方あるいは両方にコーティングを施すことができる。また、これらを組み合わせても良い。加熱効率を高めることを考慮すれば、少なくとも半導体基板1表面の不純物注入領域2が密着あるいは微少な空隙をもって対置する保持台3あるいは保護板4の赤外線光が照射される側の面に、吸収膜5がコーティングされていることが好ましい。保持台3及び保護板4は熱膨張等を考慮すると、同

一の材料からなることが好ましいが、必ずしも同一である必要はない。

【0019】低熱容量、高熱伝導率、高赤外吸収係数を有する本発明の保持台は、被処理半導体基板として、化合物半導体基板に限らずシリコン半導体基板の熱処理に使用する場合でも、従来の保持台を使用しない場合と比較して、急熱急冷が可能となる。しかも、パイロメータ等で測定する温度は、常に一定の放射率を有する保持台の温度を測定するため、精度の高い温度制御が可能となる。特に、図2乃至図5に示す構造の保持台を使用した場合、シリコン半導体基板全体を均一加熱することができ、マイクロスリップ等の表面欠陥を完全に防止することができた。

【0020】次に、本発明の第6の実施例を図6に示す。第6の実施例は、特に、保持台及び保護板を焼結体で形成した場合である。保持台及び保護板の形状は、図1乃至図5に示した形状と同じで、吸収膜5を表面にコーティングする代わりに、吸収体を保持台及び保護板内に内在させる構造とする。図6に、図1(A)の構造の保持台3の場合を例に取り、吸収体を内在する構造を示す。図6において、7は窒化ガリウム、窒化アルミニウム、窒化ホウ素で構成する焼結体の原料粒子、8はバインダー、9は吸収体である。図6(A)は、板状の吸収体9を取り囲むように窒化ガリウム等の焼結体を形成した構造を示す。板状の吸収体9は、カーボン板等を使用したり、別の焼結体を使用することができる。吸収体9の構造は、吸収体8上に窒化ガリウム等の焼結体を形成した二層構造や、多層構造とすることも可能である。図6(B)は、焼結体形成時に、カーボン等の粉状の吸収体9を酸化イットリウム等のバインダー7と同時に添加し、形成したものである。このような保持台3は、窒化ガリウム等自体は赤外線を吸収しなくても、吸収体が赤外線を吸収し、保持板が昇温する。保護板の形成も同様である。このような方法で形成すると、前述の吸収膜を形成するためのコーティング工程を省略することができ、より簡便に、保持板及び保護板を形成することができる。ここで、図6(A)に示す吸収体9の厚さ及び図6(B)に示す吸収体9の含有比率は、焼結体の原料粒子の大きさ、バインダーの種類、含有量等によって、焼結体の赤外吸収係数が十分大きくなり、また保持台としての強度が保たれるように適宜決められる。一例として図6(B)では、吸収体の含有比率は焼結体の全原料の重量に対して、1%程度含んでいる。なお、バインダーが吸収体を兼ねる場合もある。

【0021】上記第6の実施例においても、保持台及び保護板は熱膨張等を考慮すると、同一の材料からなることが好ましいが、必ずしも同一である必要はない。このように形成した保持台及び保護板は、窒化ガリウム、窒化アルミニウム、窒化ホウ素の特性である、低熱容量、高熱伝導率を保持しつつ、赤外線の吸収率を高くするこ

とができ、半導体基板の熱処理を行った結果、従来の保持台に比べて、熱変形が少なく、マイクロスリップ等の欠陥を防ぐことができ、良好な結果を得ることができた。また、これらの材料は、砒素の吸収体とはならないので、被処理半導体基板が、砒素を構成元素とする化合物半導体である場合でも、砒素の蒸発による半導体基板表面の平坦性の劣化を引き起こすことはない。

【0022】以上のように形成した保持台及び保護板を使用して熱処理を行った結果を、図7に示す。比較のため、赤外線吸収係数の異なる2種類の窒化アルミニウム焼結体を使用した。保持台及び保護板は、図6(B)に示す構造の吸収体を内在する窒化アルミニウム焼結体を使用した。被処理半導体基板としては、ガリウム砒素半導体基板を使用し、その表面にシリコンイオンを、注入エネルギー82KeV、注入量 $5.2 \times 10^{12}/\text{cm}^2$ の条件で注入した後、マグネシウムイオンを、注入エネルギー170KeV、注入量 $3.75 \times 10^{11}/\text{cm}^2$ の条件でイオン注入し、950℃で熱処理した後、渦電流法によりシート抵抗を測定した結果である。図7において直線Aは赤外線吸収体を内在した窒化アルミニウム焼結体を使用した場合を、直線Bは赤外線吸収体を内在していない窒化アルミニウムを使用した場合を示す。

【0023】図7に示すように、赤外線吸収体を内在した保持台等を使用した場合の方が、シート抵抗が低くなることわかる。しかも、吸収体を内在しないものに較べて、短時間でシート抵抗が下がっている。これは、赤外線吸収体を内在した窒化アルミニウム焼結体の方が、より急熱急冷が可能であるため、短時間で効率のよい熱処理が実現でき、活性化率が高くなるためと考えられる。また、熱処理されたガリウム砒素半導体基板表面を観察すると、砒素の蒸発による表面の平坦性の劣化や、マイクロスリップ等直線状の欠陥の形成はもなかった。このような傾向は、窒化アルミニウム焼結体に限らず、窒化ガリウム、窒化ホウ素焼結体でも同様であった。また、カーボン膜等の吸収膜5をコーティングした第1乃至第5の実施例においても、同様な結果が得られた。また、ガリウム砒素半導体基板の代わりに、シリコン半導体基板を熱処理し、同様にシート抵抗の測定、表面観察を行った結果、シート抵抗では大きな差異が見られなかったが、マイクロスリップ等の表面欠陥の減少が観察された。

*【0024】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、特に急熱急冷が要求されるランプアニール法に用いる保持台として、低熱容量、高熱伝導率、高赤外吸収率を有する材料を提供することができた。このような保持台を用いて熱処理を行うことで、マイクロスリップ等直線状の欠陥の形成を防ぐことができ、さらに特に被処理半導体基板が化合物半導体基板の場合、保持台等の材料が半導体基板表面から蒸発する元素を吸収することがないので、イオン注入法により注入された不純物の活性化アニールにおいて、高活性化率と、安定な再現性を実現することができた。このような熱処理を施した半導体基板を用いて、FET、IC等の電子デバイスを製造する場合、性能及び歩留まり等の向上に大いに効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例の保持台の説明図である。

【図2】本発明の第2の実施例の保持台の断面図である。

【図3】本発明の第3の実施例の保持台の断面図である。

【図4】本発明の第4の実施例の保持台の断面図である。

【図5】本発明の第5の実施例の保持台の断面図である。

【図6】本発明の第6の実施例の保持台の断面図である。

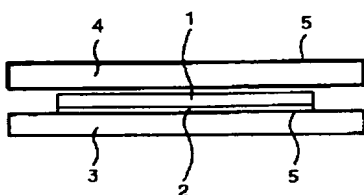
【図7】本発明の一実施例の保持台を使用した熱処理特性を示す説明図である。

【図8】従来の保持台の材料を説明する説明図である。

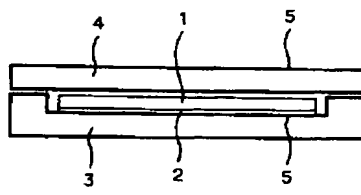
【符号の説明】

- 1 半導体基板
- 2 不純物領域
- 3 保持台
- 4 保護板
- 5 吸収膜
- 6 側面部材
- 7 焼結体の原料粒子
- 8 バインダー
- 9 吸収体

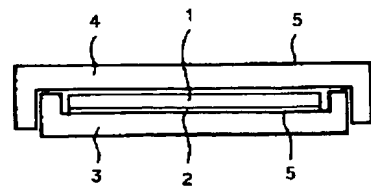
【図1】



【図2】



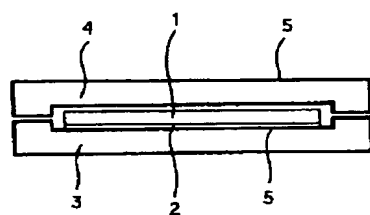
【図4】



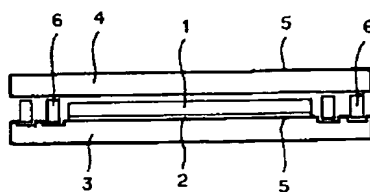
(6)

特開平8-213337

【図3】



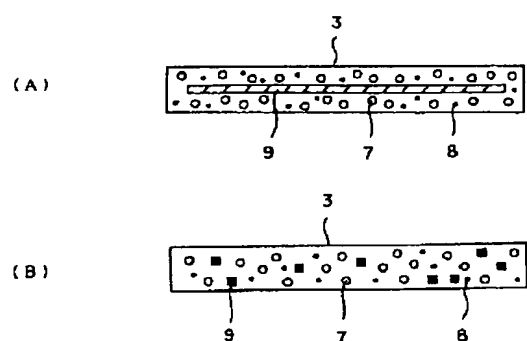
【図5】



【図8】

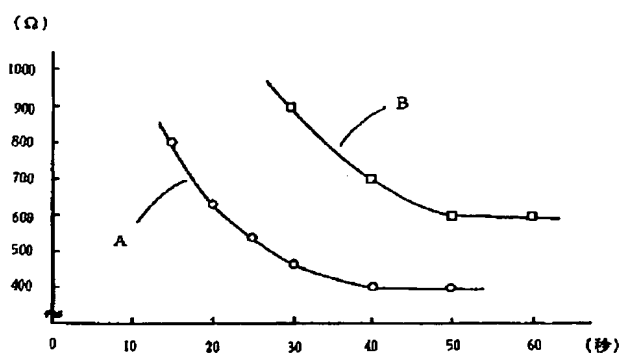
	赤外線吸収係数	熱伝導率, W/m-K
焼結体A	9.2 cm^{-1}	1.40 W/m-K
焼結体B	3.9 cm^{-1}	1.70 W/m-K

【図6】



シート抵抗

【図7】



加熱時間